

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ ДАНФОСС (ЧАСТЬ 4. РЕГУЛЯТОРЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ)



Николай
Прокопенко

инженер отдела
«Холодильная арматура
и автоматика»
«Данфосс ТОВ»



Продолжая ряд статей о регуляторах давления, нельзя не упомянуть о двух, немного выпадающих из общего ряда по своему предназначению регуляторах. Речь идет о регуляторах производительности, также еще называемых регуляторами байпаса горячего газа. Первый регулятор прямого действия тип KVC, второй – сервоуправляемый тип CPCE + LG.

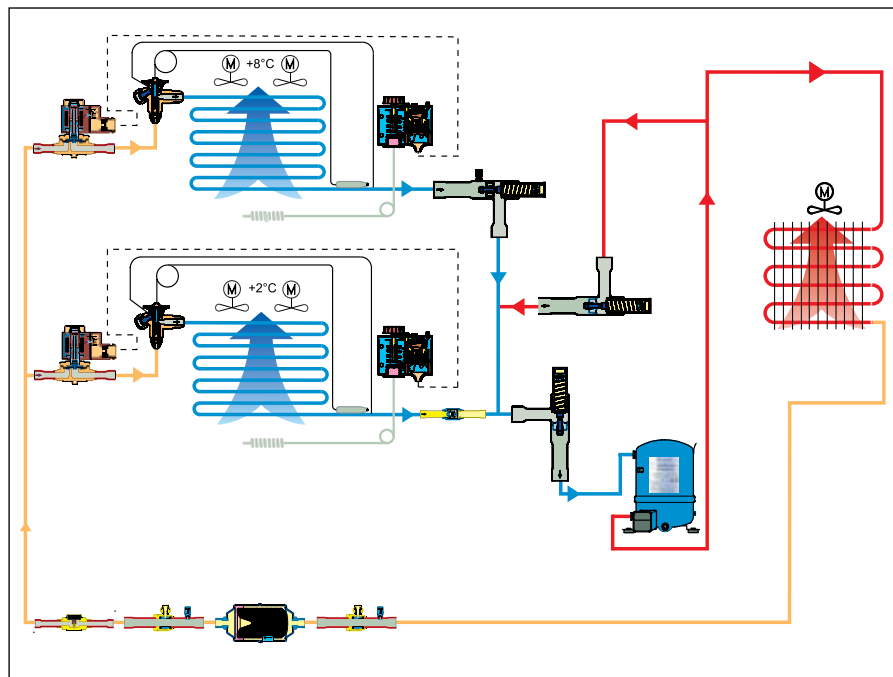


Рис. 1. Схема холодильной установки с использованием перепуска горячего газа

Регуляторы производительности обычно используются в установках, где компрессоры не оснащены возможностью регулирования производительности.

Основная причина или скорее всего необходимость использования регулирования (регуляторов) производительности заключается в необходимости достижения указанного значения и точного поддержания всасывающего давления на минимально допустимом по техническим условиям охлаждения продукта уровне, в течение приложения частичной тепловой нагрузки на систему. При проектировании системы и выборе для нее регуляторов производительности, необходимо принимать во внимание ряд условий и параметров:

- **Изменения (возможные колебания) нагрузки.** Важно определить максимальную и минимальную нагрузку прилагаемую к системе, чтобы правильно выбрать регулятор производительности.
- **Температура нагнетания.** Байпасирование горячего газа может привести к высокой температуре нагнетания, если система спроектирована неправильно. Высокая температура нагнетания является критическим параметром для надежности работы компрессора, поскольку может привести к:
 1. Коксованию (обугливанию) смазочного масла, на нагнетательных клапанах компрессора
 2. Проблемам со смазкой компрессора

3. Повышению температуры обмоток электродвигателя компрессора.

В конечном счете, компрессор может быть сломан из-за заклинивания шатунно-поршневой группы или сгорания электродвигателя.

- **Энергопотребление.** Уменьшение температуры всасывания на 1 °C ведет к уменьшению холодопроизводительности компрессора приблизительно на 4 %, а уменьшение температуры конденсации на 1 °C, дает увеличение холодопроизводительности компрессора на 2 %. Использование перепуска горячего газа увеличивает стоимость производства холода, поскольку при увеличении энергопотребления не приводит к увеличению холодопроизводительности. Следовательно, важно спроектировать использование байпасирования горячего газа так, чтобы его использование сводилось к минимальному количеству перепускаемого горячего газа.
- **Точность поддержания температуры.** Необходимо определить минимально допустимое значение давления всасывания.
- **Надежность** выбранной схемы, отдельных элементов и всей спроектированной установки в целом. Давайте сначала рассмотрим принцип работы и варианты использования регулятора KVC.

Принцип работы: конструктивно и по принципу работы регулятор KVC похож на регулятор давления в картере компрессора. KVC начинает открываться с падением давления на выходном патрубке, то есть ког-

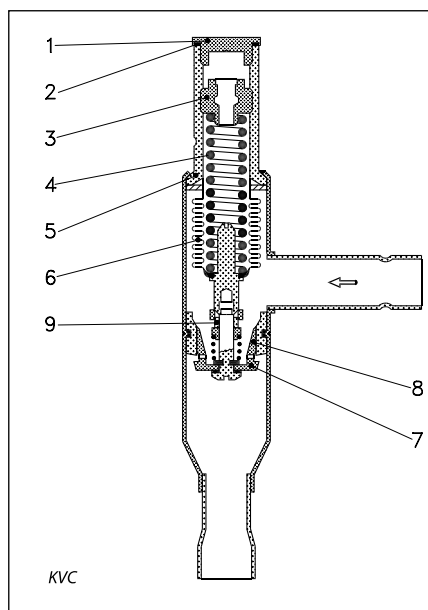


Рис. 2.

да давление на стороне всасывания становится меньше чем величина его уставки (см. рис. 1). KVC откроется больше, если всасывающее давление продолжит уменьшаться или же наоборот прикроется, если всасывающее давление будет в дальнейшем продолжать расти. Это означает, что клапан будет регулировать давление согласно заданных условий, используя перепуск горячего газа. Поддержание регулятором KVC заданного давления зависит только от значения давления на его выходном патрубке. Изменения значений давления на входном патрубке регулятора не влияют на степень его открытия, поскольку KVC оснащен сильфоном (6), имеющим эффективную площадь поверхности, равную площади поверхности затвора клапана (см. рис. 2).

Регулятор также оснащен устройством сглаживания пульсаций (9), которые в той или иной степени присутствуют во время работы холодильной машины. Такая конструкция гарантирует долгий срок службы регулятора без снижения его точности регулирования.

Характеристики: регулятор KVC предназначен для работы с фторсодержащими хладагентами.

Диапазон рабочих давлений – 0.2-6.0 бар с заводской уставкой 2.0 бара. Максимальное рабочее давление – 28 бар.

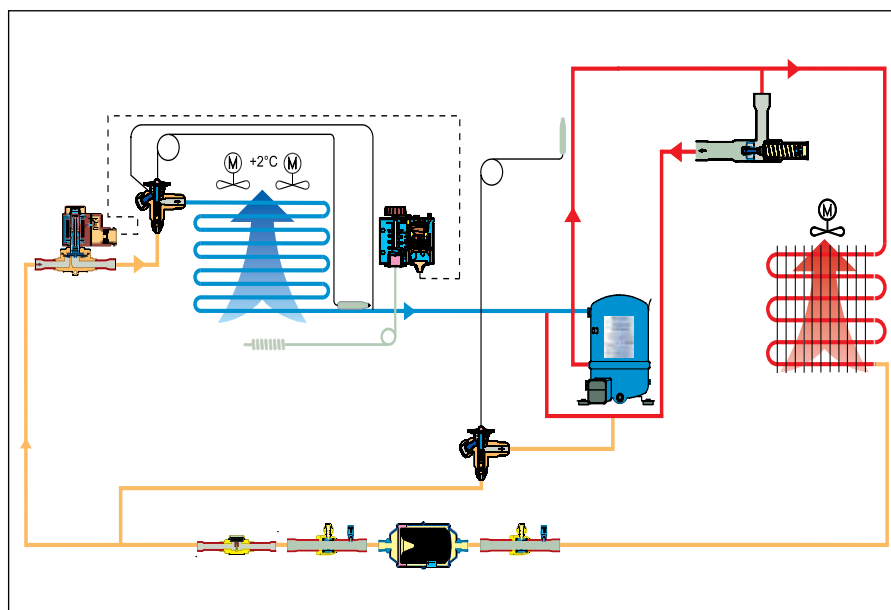


Рис. 3. Схема холодильной установки с использованием перепуска горячего газа и впрыска жидкости

Максимальный диапазон регулирования давления – 2.0 бара.

Регулятор доступен в 3 типоразмерах, а именно:

- KVC 12 - 1/2". Присоединение под пайку или резьбовое
- KVC 15 - 5/8". Присоединение под пайку или резьбовое
- KVC 22 - 7/8". Присоединение под пайку.

Применение: при использовании регулятора горячего газа KVC очень важно определить, может ли система работать без впрыска жидкости или впрыск жидкости необходим – для поддержания температуры всасывания на допустимом уровне, так как слишком высокая температура

всасывания приводит к слишком высокой температуре нагнетания.

KVC без впрыска жидкости может быть использован для регулирования (замещения) нагрузки на компрессор между 50-100 % от его номинального значения. Если более чем 50 % представленной холодопроизводительности должно быть замещено, тогда впрыск жидкости – необходим. На рис. 1 показана схема холодильной системы без использования впрыска жидкости. На рис. 3 показана схема системы с использованием впрыска жидкости.

При использовании впрыска жидкости важно отметить, что полная нагрузка, прилагаемая к компрес-

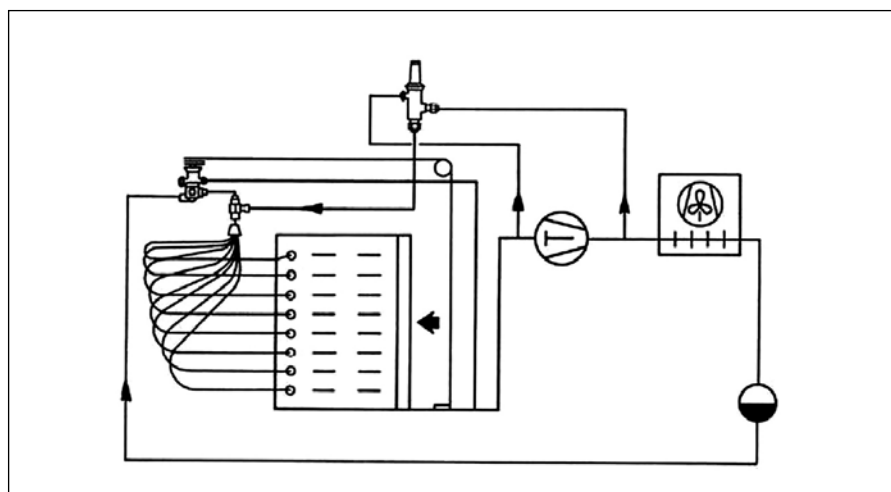
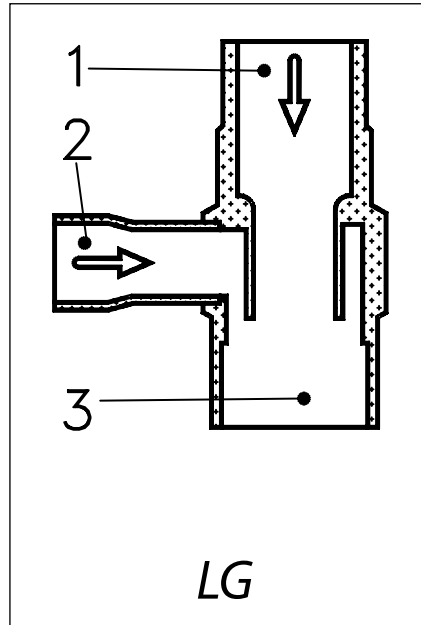


Рис. 4. Схема холодильной установки с использованием регулятора CPCE

сору, будет равна сумме производительности клапана KVC и терморегулирующего вентиля TX. Как правило, полная нагрузка равна производительности клапана KVC + 10 %.

Если на всасывающей линии используется регулятор давления испарения и/или регулятор давления в картере компрессора, тогда линия байпаса горячего газа должна быть присоединена за регулятором давления испарения KVP и перед регулятором давления в картере компрессора KVL.

Так же, как и регулятор KVC, для выполнения поставленной задачи регулирования производительности может использоваться сервоприводный регулятор CPCE + LG. Этот регулятор снабжен управляющей пилотной линией, которая подклю-



ное из пилотной управляющей линии (3). Когда давление в управляющей линии падает ниже величины установки, шар под действием усилия пружины вытесняется из отверстия (9) посредством штока (8). Давление над сервопоршнем снижается и под действием дифференциала давлений сервопоршень перемещается вверх, заставляя регулятор открыться, соответственно, позволяя горячему газу пройти на всасывающую сторону. Когда давление всасывания будет расти, шарик закрывает отверстие (9) и прекращает переток хладагента из области над сервопоршнем и давление над поршнем сравнивается со значением на входном патрубке, через отверстие (11). Таким образом регулятор закрывается. Заметьте, регулятор работает не по принципу вкл./выкл., а плавно регулирует свою степень открытия, соответственно потребностям системы в перепуске горячего газа.

Характеристики: регулятор CPCE предназначен для работы с фторсодержащими хладагентами.

Диапазон рабочих давлений – 0-6 бар, с заводской уставкой 0.4 бара.

Максимальное рабочее давление 21.5 бара.

Доступен в трех типоразмерах, а именно:

- CPCE 12 - 1/2". Присоединение под пайку или резьбовое
- CPCE 15 - 5/8". Присоединение под пайку или резьбовое
- CPCE 22 - 7/8" Присоединение под пайку.

Применение: то же, что и для регулятора KVC, плюс для изменений нагрузки, превышающих 50 %.

Обращаю Ваше внимание, что эта статья освещает только основные вопросы применения байпасирования горячего газа. Более подробную информацию, а также о правилах выбора регуляторов можно услышать на наших технических семинарах и прочесть в тех. документации компании «Данфосс». Для выбора регуляторов производительности компании «Данфосс» Вы можете использовать каталог компании «Данфосс» или программу Cool Cat.

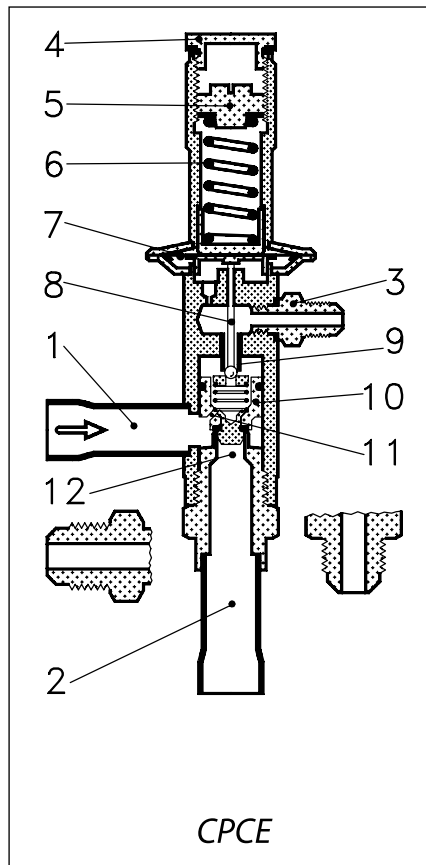


Рис. 5.

чена к всасывающему трубопроводу компрессора. (см. рис. 4) Это означает, что горячий газ может быть впрыснут непосредственно в испаритель после TPV.

Эта система эффективна, проста и может быть использована, когда

колебания нагрузки в системе превышают 50 % номинального значения. Преимущество данной схемы в том, что горячий газ подается после TPV. Такая конфигурация устраняет риск получения повышенного перегрева на входе в компрессор. Почему? Потому, что когда горячий газ впрыскивается в испаритель, перегрев на выходе из испарителя возрастает и TPV будет открываться, чтобы поддерживать массовый расход необходимый в испарителе для получения стабильного перегрева. Тем самым скорость потока в испарителе остается такой же, как и при полных условиях нагрузки. Это очень важно для возврата масла, так как «залипание масла» в испарителе уменьшает его возврат в компрессор. При использовании распределителя жидкости, рекомендуется использовать распределитель с трубками на один размер больше, чем обычно.

Регулятор KVC не может быть использован в подобной схеме, поскольку он управляется руководствуясь давлением на его выходном патрубке. Так как давление между TPV и входом в испаритель всегда будет выше, чем давление всасывания, то KVC не сможет осуществлять требуемый контроль.

Принцип работы: (см. рис. 5) На диафрагму (7) с верхней стороны воздействует сила пружины (6), а с нижней стороны – давление, подан-